

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5130679号
(P5130679)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int. Cl. F I
H02K 1/27 (2006.01) H02K 1/27 501A
H02K 1/22 (2006.01) H02K 1/22 A

請求項の数 4 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-242227 (P2006-242227) (22) 出願日 平成18年9月7日(2006.9.7) (65) 公開番号 特開2008-67483 (P2008-67483A) (43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21) 審査請求日 平成21年7月9日(2009.7.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000006105 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番1号 (74) 代理人 100086232 弁理士 小林 博通 (74) 代理人 100104938 弁理士 鶴澤 英久 (74) 代理人 100096459 弁理士 橋本 剛 (72) 発明者 松橋 大器 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式 会社明電舎内 審査官 高橋 祐介</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 順突極モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

突出した永久磁石を有するロータの磁石極と、磁石極の永久磁石と同じ径方向に突出した突極部を有するロータの鉄心極とを備え、磁石極と鉄心極とを軸方向に一体化して配置し、かつ磁石極は、同じ径方向の磁極が同じ磁極であるとともに、周方向にN極とS極を交互に配置し、

磁石極と鉄心極のそれぞれに磁束の閉磁路を生じさせることを特徴とする順突極モータ

【請求項2】

モータのロータとステータ間のギャップにおける磁束密度分布を回転方向になだらかな分布となる鉄心極の突極部と磁石極の永久磁石の配置にしたことを特徴とする請求項1記載の順突極モータ。

【請求項3】

前記鉄心極の突極部と磁石極の永久磁石とは軸方向に分かれて配置されていることを特徴とする請求項1または2記載の順突極モータ。

【請求項4】

磁石極を軸方向に $n(n \geq 2)$ 分割し、これらの磁石極を n 個もしくは $n - 1$ 個もしくは $n + 1$ 個の鉄心極と軸方向に交互に配置して一体化したことを特徴とする請求項1乃至3記載の順突極モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、磁石極と鉄心極の突極方向を揃えたPMモータである順突極モータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、高効率なモータとして永久磁石を用いたモータがあり、その一つに永久磁石をロータコアの内部に埋め込んだIPM（永久磁石埋め込み）モータがある。図4（a）はIPMモータの断面図を示し、1はロータ、2はステータであり、ロータ1においては鉄心3に永久磁石挿入孔4が設けられ、永久磁石挿入孔4には永久磁石5が挿入される。又、ステータ2には複数の歯部6が周設され、歯部6にはステータ巻線7が巻回される。ロータ1においては、磁極の中心がd軸、磁極と磁極の間がq軸であり、換言すると、永久磁石5の中心とロータ1の中心とを結ぶ方向がd軸方向であり、d軸方向に対して電気角で90°回転した方向がq軸方向である。従って、鉄心3が突極となっているのはq軸方向であり、磁束はq軸方向に通り易くなっている。このため、IPMモータを駆動する際には、リラクタンストルクを活用する弱め界磁制御が行われ、起磁力相差角は90°よりも大きなところで運転される。即ち、図4（b）は起磁力相差角に対する磁石トルク、リラクタンストルク、及び合計トルクの関係を示し、磁石トルクは起磁力相差角が90°の時点で最大値を示し、90°を離れると小さくなり、180°で零となる。これに対して、リラクタンストルクは起磁力相差角が135°の時点で最大値を示す。従って、この両者を加えた合計トルクは起磁力相差角が115°付近で最大値を示し、運転範囲は黒丸間の弱め界磁領域となる。上記したIPMモータは、逆突極モータである。

【0003】

これに対して、順突極モータもあり、これは図5（a）に示すように、ロータ8において、磁石極の永久磁石9の中心に鉄心10の突極部10aを配置した構造を持つ。IPMモータにおいては、図4（b）に示すように永久磁石5に常に弱め磁束が加わるが、順突極モータにおいては、図5（b）に示すように起磁力相差角が90°より小さい強め界磁領域で最大トルクとなり、運転範囲は黒丸間の強め界磁領域から弱め界磁領域に跨っている。従って、運転中に永久磁石9に弱め磁束が加わる領域は少なく、かつその弱め磁束は突極部10aを通るため、永久磁石9に反磁界が加わって減磁する恐れは、IPMモータに比べて非常に小さいという利点を持つ。このように、順突極モータは減磁の心配が少ないことから、高回転領域で大きな弱め界磁電流を必要とする逆突極モータに比べて、可変速範囲を広く取るモータに向いていると考えられる。

【0004】

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献として、次のものがある。

【特許文献1】特開2000-152538号公報

【特許文献2】特開2004-96868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記したように、順突極モータは、可変速範囲を広く取ることができるという利点を持つが、反面、次のような欠点がある。即ち、図6（a）のイはIPM（逆突極）モータのロータ1とステータ2とのギャップにおける磁束密度分布を示し（イは基本波）、図6（b）のハは順突極モータのロータ8とステータ2とのギャップにおける磁束密度分布を示し（ハは基本波）、順突極モータにおいては、d軸に永久磁石9と突極部10aの両方を配置するため、ギャップにおける磁束密度分布が大きく歪んでしまい、トルクリップルを増加させる原因となった。又、順突極モータにおいては、d軸中央に突極部10aが配置されているため、永久磁石9の磁束は中央部で小さくなり、トルクに有効な基本波成分は磁石量に比べて大きく取れなかった。

【0006】

10

20

30

40

50

この発明は上記のような課題を解決するために成されたものであり、トルクリップルを減少させることができるとともに、トルク発生に有効な磁束を多く発生させることができる順突極モータを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の請求項1に係る順突極モータは、突出した永久磁石を有するロータの磁石極と、磁石極の永久磁石と同じ径方向に突出した突極部を有するロータの鉄心極とを備え、磁石極と鉄心極とを軸方向に一体化して配置し、かつ磁石極は、同じ径方向の磁極が同じ磁極であるとともに、周方向にN極とS極を交互に配置し、磁石極と鉄心極のそれぞれに磁束の閉磁路を生じさせたものである。

10

また、請求項2に係る順突極モータは、モータのロータとステータ間のギャップにおける磁束密度分布を回転方向になだらかな分布となる鉄心極の突極部と磁石極の永久磁石の配置にしたものである。

また、請求項3に係る順突極モータは、前記鉄心極の突極部と磁石極の永久磁石とは軸方向に分かれて配置したものである。

【0008】

請求項4に係る順突極モータは、磁石極を軸方向に n ($n \geq 2$) 分割し、これらの磁石極を n 個もしくは $n - 1$ 個もしくは $n + 1$ 個の鉄心極と軸方向に交互に配置して一体化したものである。

【発明の効果】

20

【0009】

以上のようにこの発明の請求項1によれば、突出した永久磁石を有するロータの磁石極と、磁石極の永久磁石と同じ径方向に突出した突極部を有するロータの鉄心極とを軸方向に一体化して配置しており、磁石極と鉄心極を軸方向に分けて配置したので、ロータとステータとの間のギャップにおける磁束密度分布は回転方向になだらかとなり、トルクリップルが格段に小さくなる。又、永久磁石を d 軸の中心に配置できるので、トルク発生に有効な磁束を多く発生させることができる。

【0010】

又、請求項4によれば、磁石極を軸方向に n ($n \geq 2$) 分割し、これらの磁石極を n 個もしくは $n - 1$ 個もしくは $n + 1$ 個の鉄心極と軸方向に交互に配置して一体化しており、磁石極及び鉄心極を軸方向に細かく分割することにより、軸方向の磁場変動を小さく抑えることができ、鉄心の渦電流の発生を抑制することができ、鉄損を小さく抑えることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

実施最良形態1

以下、この発明を実施するための最良の形態を図面とともに説明する。図1はこの発明の実施最良形態1による順突極モータのロータ16の斜視図を示し、図2(a), (b)はこのロータ16の鉄心極部分の断面図及び磁石極部分の断面図を示す。図において、11はロータ16の鉄心極であり、鉄心12の周囲に突極部12aが突出して設けられ、中心には回転軸13が取り付けられる。又、14はロータ16の磁石極であり、鉄心12の周囲に永久磁石15が突出して設けられるとともに、鉄心12の中心には回転軸13が取り付けられる。永久磁石15と突極部12aとは同じ径方向に突出している。鉄心極11と磁石極14とは軸方向に交互に配置され、回転軸13を介して一体化されている。磁石極14は周方向にN極とS極が交互に配置され、また磁石極14を複数設けた場合には、各磁石極14の同じ径方向の磁極は同じ磁極とする。鉄心12は積層鋼板により形成する。

40

【0012】

実施最良形態1において、鉄心極11の突極部12aと磁石極14の永久磁石15とは同じ2次元平面上にはなく、軸方向に分かれて配置されているので、磁石極14の外周に

50

おけるロータ16とステータ2との間のギャップにおいては、通常のSPM（表面磁石構造）モータと同様に、磁束密度分布は回転方向になだらかな分布となる。このため、同じ2次元平面内に永久磁石15と突極部12aを配置した場合に比べて、トルクリップルが格段に小さくなる。又、永久磁石15をd軸の中心に配置できるので、トルク発生に有効な磁束を磁石量に比べて大きく発生させることができる。

【0013】

又、順突極モータの特徴である強め界磁や弱め界磁の制御による磁束は鉄心極11の突極部12aを通り、永久磁石15には通り難いので、永久磁石15に反磁界が加わって減磁する恐れは少なくなる。なお、鉄心極11と磁石極14の軸方向の長さは、モータの仕様（用途）に応じて決めればよく、大出力用には磁石極14の長さを長くし、広範囲定出力用には鉄心極11の長さを長くすればよい。

10

【0014】

実施最良形態2

実施最良形態1においては、鉄心極11と磁石極14を軸方向に分けて配置したが、ロータ16とステータ2とのギャップにおける磁束密度分布は回転方向になだらかになったが、軸方向には鉄心極11の外周と磁石極14の外周とは異なる磁束密度分布を持つようになる。通常、鉄心12は軸方向に鋼板を積層しているため磁束は通り難く、渦電流の発生は大きな問題にはならないが、上記のように軸方向の磁束密度分布に差が生じると、軸方向の磁場が変動し、積層鋼板面内に渦電流が発生し、鉄損が増加する恐れがある。そこで、実施最良形態2においては、鉄損の増加を回避することを考えた。

20

【0015】

図3は実施最良形態2による順突極モータのロータ17の縦断面図を示し、ロータ17の磁石極14は図2(b)と同様に鉄心12の周囲に永久磁石15を突出して設け、またロータ17の鉄心極11も図2(a)に示すように鉄心12の周囲に突極部12aを永久磁石15と同じ径方向に突出して設け、鉄心極11と磁石極14とは軸方向に細かく分割して軸方向に交互に配置して一体化する。もちろん、各磁石極14は同じ径方向の磁極は同じ磁極であり、周方向にN極とS極が交互に配置される。

【0016】

実施最良形態2においては、鉄心極11と磁石極14を軸方向に細かく分割して軸方向に交互に配置したので、軸方向の磁場変動を小さく抑えることができ、鉄心12における渦電流の発生を抑制することができ、鉄損を通常のIPMモータ並みに小さく抑えることができる。その他、実施最良形態1と同様な効果を奏する。

30

【0017】

なお、実施最良形態2においては、磁石極14と鉄心極11を軸方向に細かく分割して軸方向に交互に配置したが、種々の配置関係があるので、このことを一般的に表現すると、磁石極14を軸方向に $n(n \geq 2)$ 分割し、これらの磁石極14を n 個もしくは $n-1$ 個もしくは $n+1$ 個の鉄心極11と軸方向に交互に配置して一体化したことになる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】この発明の実施最良形態1による順突極モータのロータの斜視図である。

40

【図2】実施最良形態1による順突極モータのロータの鉄心極部分及び磁石極部分の断面図である。

【図3】実施最良形態2による順突極モータのロータの縦断面図である。

【図4】IPMモータの断面図及び起磁力相差角とトルクとの関係図である。

【図5】順突極モータの断面図及び起磁力相差角とトルクとの関係図である。

【図6】IPMモータ及び順突極モータの磁束密度分布図である。

【符号の説明】

【0019】

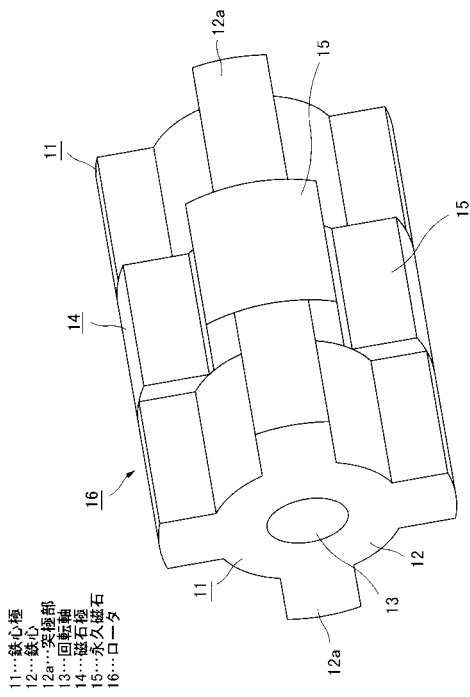
2...ステータ

11...鉄心極

50

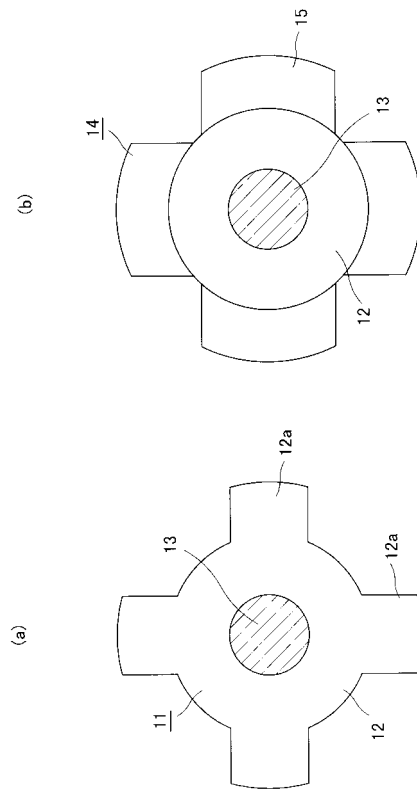
- 1 2 ... 鉄心
- 1 2 a ... 突極部
- 1 3 ... 回転軸
- 1 4 ... 磁石極
- 1 5 ... 永久磁石
- 1 6 , 1 7 ... ロータ

【 図 1 】

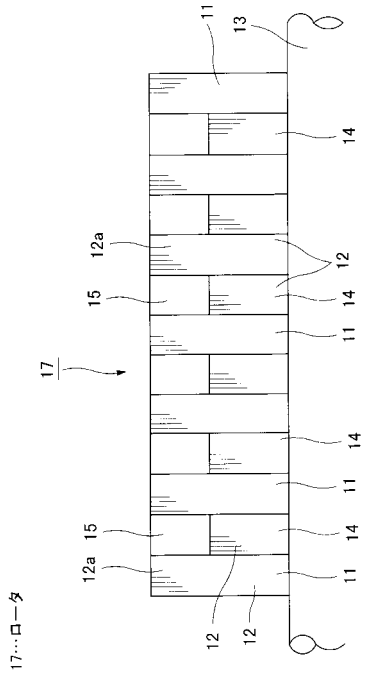


- 11...鉄心極
- 12...鉄心
- 12a...突極部
- 13...回転軸
- 14...磁石極
- 15...永久磁石
- 16...ロータ

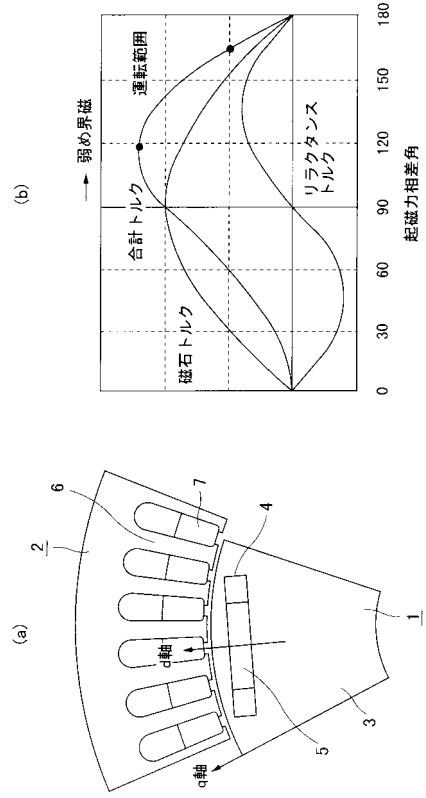
【 図 2 】



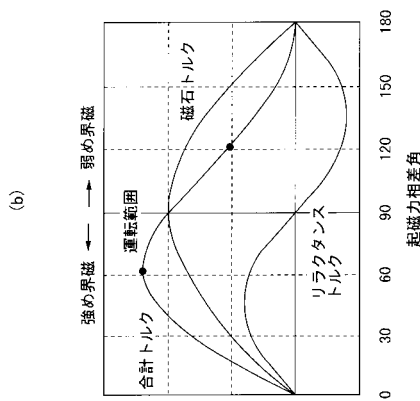
【図3】



【図4】

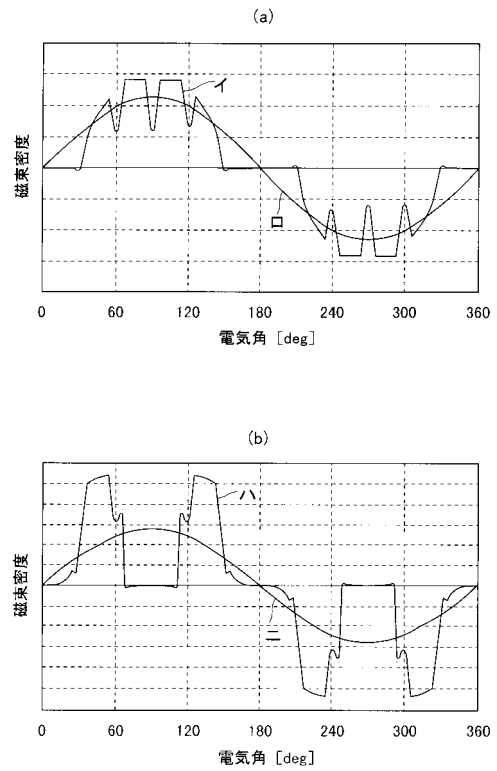


【図5】



2...ステータ

【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-351206(JP,A)
特開平11-164591(JP,A)
特開2002-354729(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/27
H02K 1/22